

COMBINACIONES DE GENES EN ARROZ PARA EL DESARROLLO DE RESISTENCIA DURABLE A *Pyricularia grisea* EN COLOMBIA

**F.J. Correa-Victoria¹, D. Tharreau², C. Martinez¹, M. Vales^{1,2},
F. Escobar¹, G. Prado¹, y G. Aricapa¹**

¹Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, AA 6713 Cali, Colombia,

²Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement,
CIRAD-CA, 34032 Montpellier, France



A



B

AGRADECIMIENTOS

**Gustavo Prado
Fabio Escobar
Girlena Aricapa
Luis Rosero
Daniel Zambrano
Jesús Ávila**

**César Martínez, IP-4
Michel Vales, IP-4
Joe Tohme, BRU
Gerardo Gallego, BRU
Didier Tharreau (CIRAD)**

Introducción

- El añublo del arroz causado por *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea*) es el principal limitante de la producción en el mundo.
- El patógeno rompe la resistencia en períodos de uno a tres años después de la liberación de las variedades, con la excepción del cultivar Oryzica Llanos 5 liberado en 1989 y Fedearroz 50 liberado en 1998.
- La alta variabilidad patogénica se reporta como la principal causa de la pérdida de la resistencia.

Objetivos

Caracterizar la estructura genética, diversidad en la virulencia y determinar la frecuencia de los genes de avirulencia en el patógeno para identificar combinaciones de genes de resistencia que permitan desarrollar estrategias de mejoramiento para una resistencia durable al añublo.

VARIEDADES DE ARROZ LIBERADAS EN COLOMBIA Y PERDIDA DE LA RESISTENCIA A *Pyricularia grisea*

VARIEDAD	FUENTE DE RESISTENCIA	AÑO LIBERACION	ROMPIMIENTO RESISTENCIA	AÑOS RESISTENCIA
CICA 4	PETA	1971	1972	1
CICA 6	IR-822-432	1974	1975	1
CICA 7	COLOMBIA 1	1976	1978	2
CICA 9	C46-15	1976	1977	1
CICA 8	TETEP	1978	1980	2
METICA 1	COLOMBIA 1	1981	1982	1
ORYZICA 1	C46-15,COLOMBIA 1, TETEP	1982	1985	3
ORYZICA 3	COLOMBIA 1, TETEP	1984	1985	1
LINEA 2	ORYZICA 1	1988	1989	1
O. LLANOS 5	IR36, 5685, COLOMBIA1, CICA9	1989	?	> 13
O. CARIBE 8	TETEP, IR 665, COLOMBIA 1, CICA 9	1993	1995	2
FEDEARROZ 50	IR 665, 5685, COLOMBIA 1, CICA 9	1998	?	>5

RESISTENCIA DURABLE

Johnson: “es la resistencia que permanece efectiva después de ser usada en grandes extensiones por un período largo de tiempo bajo condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad”.

HIPÓTESIS DEL GEN X GEN (FLOR)

La resistencia resulta de la interacción genética entre los genes “R” de resistencia en la planta y los genes “Av” de avirulencia en el patógeno.

Interacción Planta-Patógeno **Gen x Gen**

1 Gen de Resistencia R

1R : **3S**

25% : 75%

PATÓGENO

Gen

PLANTA

		PATÓGENO	
		Av	v
PLANTA	R	R	S
	r	S	S

Muchos genes de avirulencia pueden ser factores de “fitness” altamente relacionados con la capacidad de un organismo de sobrevivir y reproducirse.

Van de Plank consideró que el “fitness” de un patógeno es el factor o fuerza principal en la evolución y estabilidad de un patosistema en la agricultura.

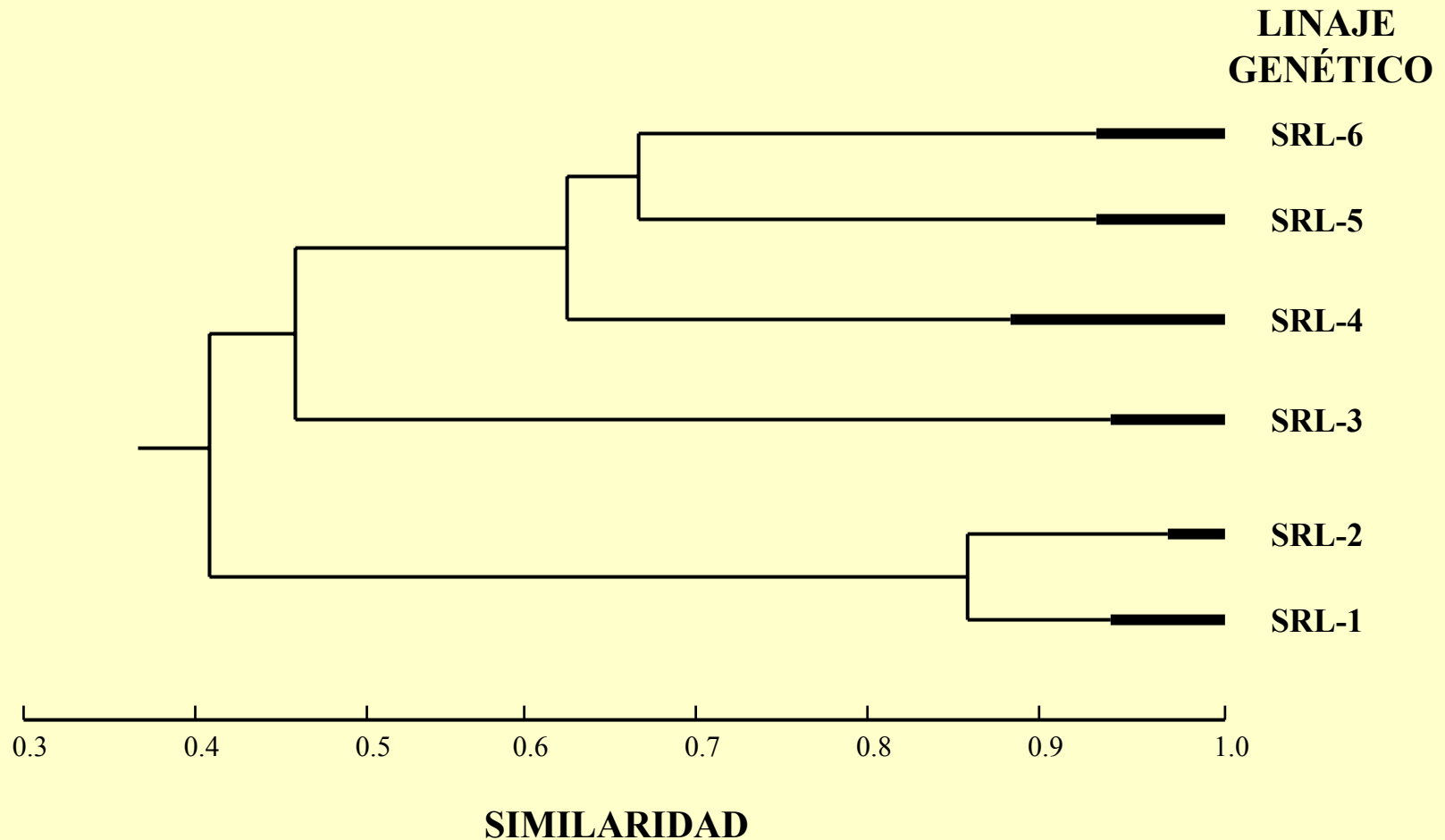
La calidad y durabilidad de un gen de resistencia es una función directa de los efectos impuestos al patógeno al perder la funcionabilidad del correspondiente gen de avirulencia para poder sobrepasar dicho gen de resistencia.

Flor sugirió que los genes de avirulencia de fácil capacidad de mutación en el patógeno son probablemente menos críticos sobre los procesos de “fitness”(sobreviviencia y reproducción) que aquellos que raramente mutan.

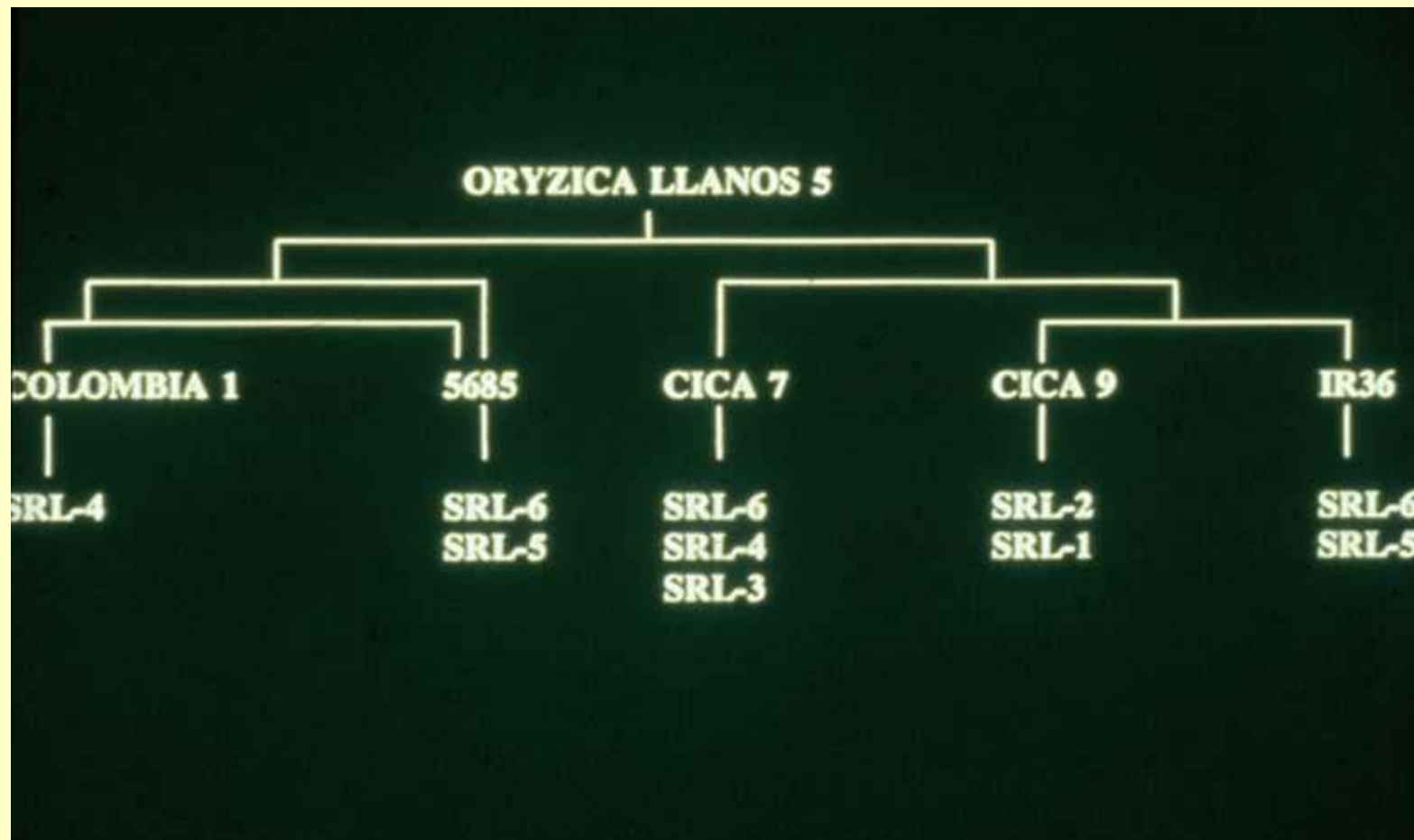


DNA Fingerprinting determined by Pot2-PCR.
Genetic lineages SRL-1 to SRL-6 and Altillanura 7 (A-7).

ESTRUCTURA GENÉTICA DE *Pyricularia grisea* EN COLOMBIA







← **VARIEDAD
ARROZ
RESISTENTE**

← **PADRES**

← **LINAJE
GENÉTICO
COMPATIBLE
CON PADRES**

Genes de avirulencia detectados en grupos genéticos de *Pyricularia grisea*

CULTIVAR	Gen Resistencia	Aislamiento / Linaje Genético								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		L6B	L6B	L6	L4	L4	L4	L4	L2	L5
CT 13432-68	Pi-1			R	R	R	R	R	R	
CT 13432-54	Pi-2									R
CT 13432-55	Pi-33	R	R	R					R	
K3	Pi-k ^h			R	R	R	R	R	R	
NIPPONBARE	Pi-sh									R
OU 244	Pi-z	R	R	R					R	R

R = gen de avirulencia/gen de resistencia.

Interacción Planta-Patógeno **Gen x Gen**

1 Gen de Resistencia R

1R : **3S**

25% : 75%

PATÓGENO

Gen

PLANTA

	PATÓGENO	
	Av	v
Gen		
R	R	S
r	S	S

Interacción Planta-Patógeno **Gen x Gen**

2 Genes de Resistencia R1R2

7R : 9S

44% : 56%

PATÓGENO

PLANTA

Gen	Av1Av2	Av1v2	v1Av2	v1v2
R1R2	R	R	R	S
R1r2	R	R	S	S
r1R2	R	S	R	S
r1r2	S	S	S	S

Interacción Planta-Patógeno **Gen x Gen**

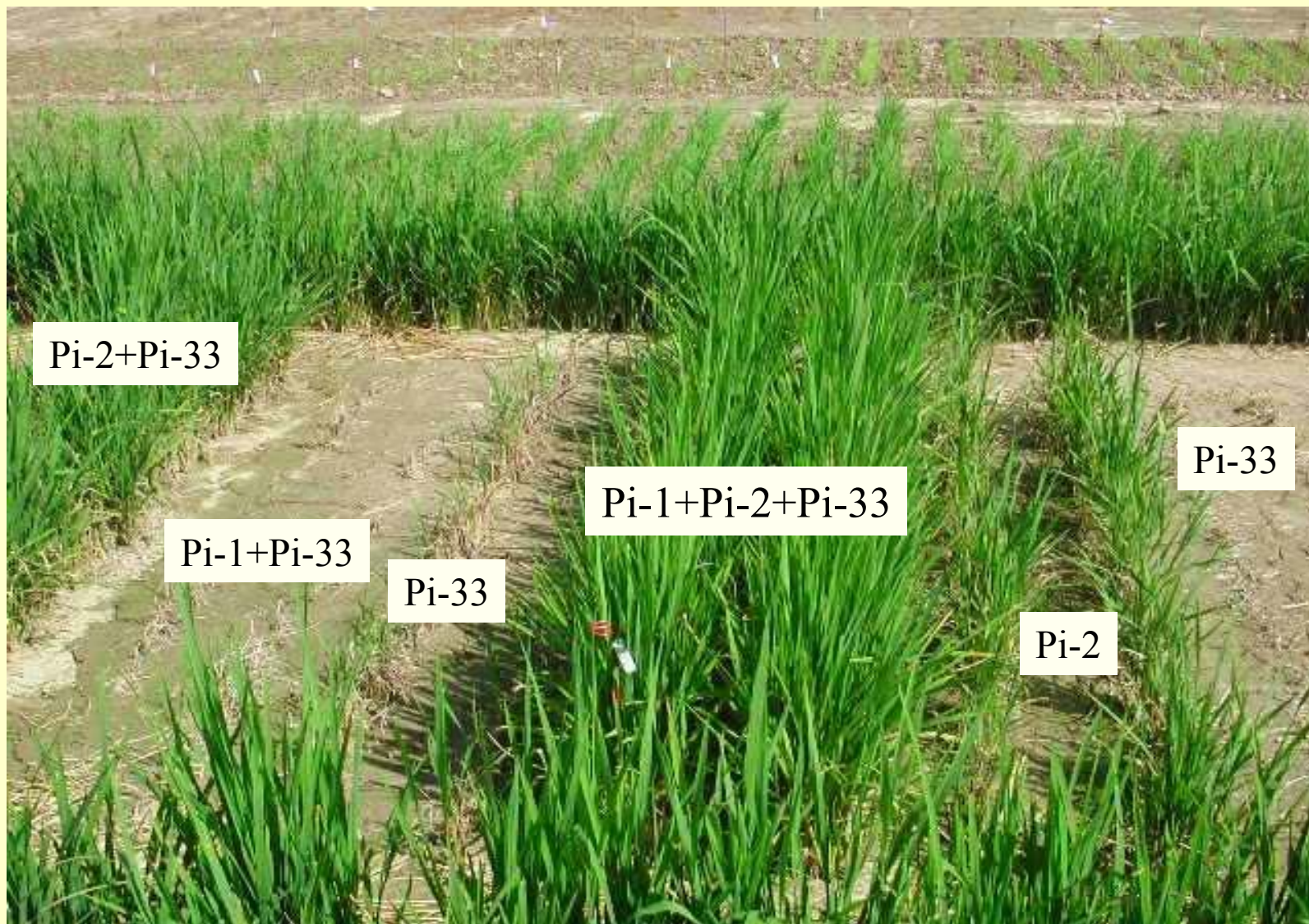
3 Genes de Resistencia **R1R2R3**

37R : 27S

58% : 42%

PATÓGENO

GEN		Av1Av2Av3	Av1Av2v3	Av1v2Av3	Av1v2v3	v1Av2Av3	v1Av2v3	v1v2Av3	v1v2v3
P L A N T A	R1R2R3	R	R	R	R	R	R	R	S
	R1R2r3	R	R	R	R	R	R	S	S
	R1r2R3	R	R	R	R	R	S	R	S
	R1r2r3	R	R	R	R	S	S	S	S
	r1R2R3	R	R	R	S	R	R	R	S
	r1R2r3	R	R	S	S	R	R	S	S
A	r1r2R3	R	S	R	S	R	S	R	S
	r1r2r3	S	S	S	S	S	S	S	S



Pi-2+Pi-33

Pi-1+Pi-33

Pi-33

Pi-1+Pi-2+Pi-33

Pi-2

Pi-33

Reacción a *Pyricularia grisea* en hoja y cuello en líneas isogénicas con diferentes combinaciones de los genes de resistencia Pi-1, Pi-2 y Pi-33

Línea	Gen	Añublo de la Hoja		Cuello
		Evaluación 4	Evaluación 5	
Isogénica	Resistencia			Incidencia (%)
CT 13432-95	Ninguno	9	9	Muerte
CT 13432-110	Ninguno	9	9	Muerte
CT 13432-68	1	9	9	Muerte
CT 13432-54	2	9	9	Muerte
CT 13432-6	33	9	9	Muerte
CT 13432-230	1 + 2	9	9	Muerte
CT 13432-26	1 + 33	9	9	Muerte
CT 13432-193	2 + 33	8	5	15
CT 13432-34	1+2+33	2	2	0
CT 13432- 107	1+2+33	2	1	0

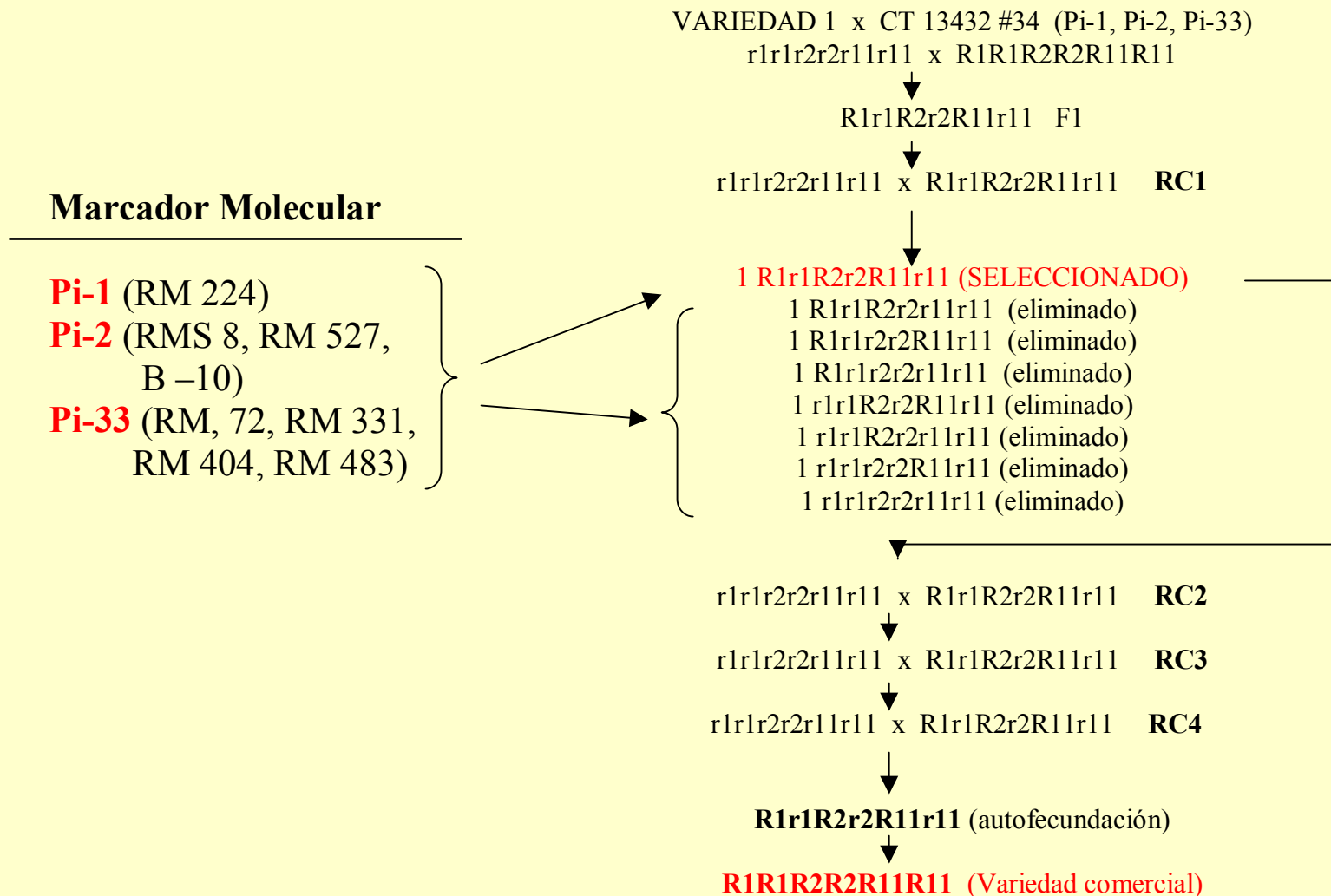
Posibles genes de resistencia presentes en las variedades comerciales de arroz en Colombia

Variedad	Gen de Resistencia									
	Pi-1	Pi-2	Pi-33	Pi-z	Pi-z ^t	Pi-ta ²	Pi-sh	Pi-k ^h	Pi-k	Pi-b
Oryzica 2	X	X				X	X	X	X	X
Oryzica 3						X			X	
Cica 8	X					X			X	X
Cica 9		X				X				
IR 22						X	X		X	
Linea 2		X								
Oryzica Llanos 4		X					X		X	
Oryzica Caribe 8		X					X		X	
Oryzica Yacu 9		X								
Oryzica Llanos 5		X	X	X	X	X	X		X	X
Fedearroz 50		X	X	X	X	X	X		X	X

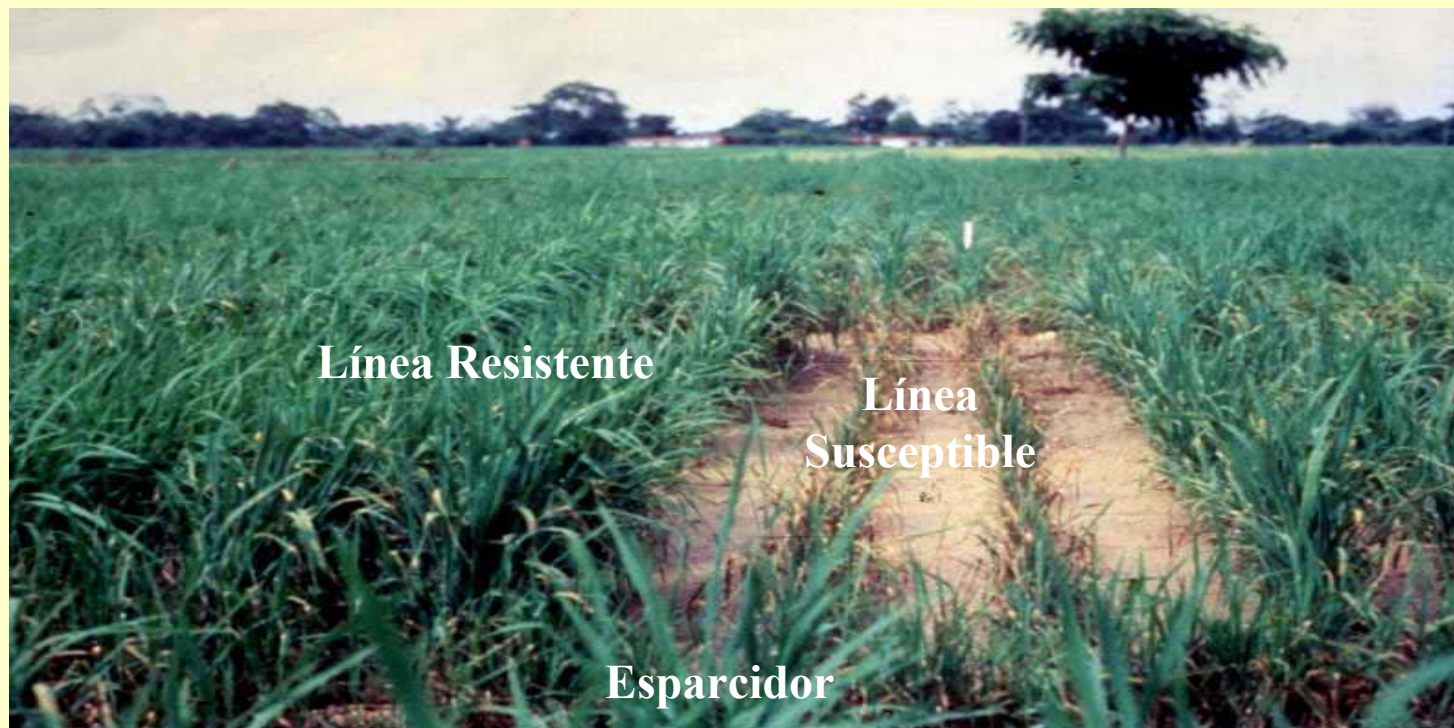
VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ DE AMÉRICA LATINA UTILIZADAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS GENES DE RESISTENCIA Pi-1, Pi-2, Pi-33

VARIEDAD	PAIS
<hr/>	
FEDEARROZ 2000	COLOMBIA
COLOMBIA XX1	COLOMBIA
ORYZICA 1	COLOMBIA
FEDEARROZ 50	COLOMBIA
EPAGRI 108	BRASIL (RIEGO)
IRGA 409	BRASIL (RIEGO)
PRIMAVERA	BRASIL (SECANO)
BONANZA	BRASIL (SECANO)
EL PASO 144	URUGUAY, ARGENTINA
CIMARRON	VENEZUELA
CAPIRONA	PERU
PANAMA 1048	PANAMA
CR 1113	COSTA RICA
J 104	CUBA

RETROCRUZAMIENTOS PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS GENES DE RESISTENCIA Pi-1, Pi-2, Pi-33







Estrategias para el desarrollo de resistencia durable al añublo

- Caracterización de la estructura genética de poblaciones de *Pyricularia grisea*
- Caracterización de la diversidad y frecuencia de los genes de avirulencia/virulencia del patógeno sobre genes de resistencia conocidos
- Identificación de combinaciones de genes de virulencia ausentes en las poblaciones del patógeno
- Estudios de los efectos deletereos causados por la pérdida de combinaciones de genes de avirulencia
- Identificación e incorporación de combinaciones de genes de resistencia en germoplasma de arroz